

TTY/Fysiikan laitos

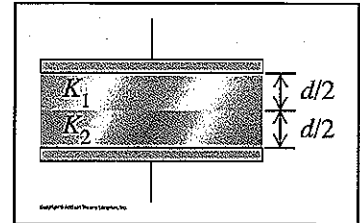
## FYS-1101 Insinöörifysiikka II, avoin

Tentti, 12.3.2013 Risto Pankaluoto

Tehtäväpaperin kääntöpuolella on kaavoja. Muita kaavakokoelmia ei saa käyttää.  
Funktio-laskin sallittu, graafinen tai ohjelmoitava ei.

3.  $\alpha$ -partikkeli (varaus  $+2e$ ) ammutaan  $4 \text{ MeV}$  energialla kohti kulta-atomin ydintä (varaus  $+79e$ ).  
Kuinka lähelle  $\alpha$ -partikkeli pääsee? Voit olettaa, että  $\alpha$ -partikkeli tulee hyvin kaukaa.

4. Tasolevykondensaattorin levyjen väliin asetetaan kaksi eristekerrosta niin, että kummankin kerroksen pinta-ala on sama kuin levyjen pinta-ala ja paksuus puolet levyjen etäisyydestä (eli eristeet täyttävät levyjen välisen tilavuuden kokonaan). Eristeiden dielektrisyysvakiot ovat  $K_1$  ja  $K_2$ . Mikä on kondensaattorin kapasitanssi? Ilmoita tulos dielektrisyysvakioiden ja eristämättömän kondensaattorin kapasitanssin avulla.



5. (a) Johda kaava äärettömän pitkän suoran johtimen magneettikentälle Ampèren lakia käyttäen.  
(b) Laske kentän arvo  $15 \text{ mm}$  etäisyydellä johtimesta, kun johtimen virta on  $15 \text{ A}$ .

6. Käämissä on  $250$  kierrosta ja sen induktanssi on  $L = 65 \mu\text{H}$ . (a) Laske magneettivuo yhdelle kierrokselle, kun virta on  $i = 25 \text{ mA}$ . (b) Laske käämiin indusoituva sähkömotorinen voima, kun virran muutosnopeus on  $96 \text{ mA/s}$ .

7. Natriumin pinnalle tulee monokromaattista säteilyä taajuudella  $6.77 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$ . Pinnan työfunktio on  $2.46 \text{ eV}$ . Laske (a) fotoelektronien kineettisten energioiden maksimi ja (b) pysäytyspotentialiaali.

$$g = 9.81 \text{ m/s}^2$$

$$\epsilon_0 = 8.854 \cdot 10^{-12} \text{ C}^2 / \text{Nm}^2 \quad c = 2.9979 \cdot 10^8 \text{ m/s}$$

$$h = 6.6256 \cdot 10^{-34} \text{ Js}$$

$$e = 1.6021 \cdot 10^{-19} \text{ C}$$

$$m_e = 9.109 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$$

$$1 \text{ eV} = 1.6021 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

$$\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ Tm/A}$$

## FYS-1101 Insinöörifysiikka II: kaavakokoelma

### Sähkökenttä

$$\vec{F}_{ab} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_a q_b}{r^2} \hat{r}$$

$$\vec{E} = \vec{F} / q_0$$

$$\vec{E} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \sum \frac{q_i}{r_i^2} \hat{r}_i$$

$$\vec{E} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \int \frac{dq}{r^2} \hat{r}$$

$$\Phi_E = \int \vec{E} \cdot d\vec{A}$$

$$\oint \vec{E} \cdot d\vec{A} = \frac{\sum q}{\epsilon_0}$$

$$U = \frac{q_0}{4\pi\epsilon_0} \sum \frac{q_i}{r_i}$$

$$V = \frac{U}{q_0}$$

$$V = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \int \frac{dq}{r}$$

$$V_b - V_a = - \int_a^b \vec{E} \cdot d\vec{\ell}$$

### DC-piirit

$$C = \frac{Q}{V}, C = \frac{K\epsilon_0 A}{d}$$

$$K = \frac{V_0}{V}$$

$$C = \sum C_i, \frac{1}{C} = \sum \frac{1}{C_i}$$

$$U = \frac{1}{2} \frac{Q^2}{C}$$

$$u_E = \frac{1}{2} \epsilon_0 E^2$$

$$I = \frac{dq}{dt}$$

$$\vec{j} = nq\vec{v}_d, j = \frac{I}{A}$$

$$V = RI$$

$$R = \frac{\rho \ell}{A}$$

$$\sigma = 1/\rho$$

$$R = \sum R_i, \frac{1}{R} = \sum \frac{1}{R_i}$$

$$P = VI$$

$$\sum V = 0$$

$$\sum i_{tulevat} = \sum i_{lähtevät}$$

$$\tau = RC$$

### Magneettikenttä

$$\vec{F} = q\vec{v} \times \vec{B}, \vec{F} = I\vec{\ell} \times \vec{B}$$

$$\vec{F} = q(\vec{E} + \vec{v} \times \vec{B})$$

$$\vec{\mu} = NI\vec{A}$$

$$\vec{\tau} = \vec{\mu} \times \vec{B}$$

$$d\vec{B} = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{Id\vec{\ell} \times \hat{r}}{r^2}$$

$$\oint \vec{B} \cdot d\vec{\ell} = \mu_0 \sum i$$

$$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}$$

$$\oint \vec{B} \cdot d\vec{A} = 0$$

$$\oint \vec{B} \cdot d\vec{\ell}$$

$$= \mu_0 \left( \sum i + \epsilon_0 \frac{d\Phi_E}{dt} \right)$$

### Induktio ja AC-piirit

$$\mathcal{E} = -N \frac{d\Phi_B}{dt}$$

$$\mathcal{E} = \oint \vec{E} \cdot d\vec{\ell}$$

$$\oint \vec{E} \cdot d\vec{\ell} = - \frac{d}{dt} \int \vec{B} \cdot d\vec{A}$$

$$\mathcal{E} = -L \frac{di}{dt}$$

$$Li = N\Phi_B$$

$$L = \mu_0 n^2 \ell$$

$$U = \frac{1}{2} Li^2$$

$$\tau = L/R$$

$$A(t) = A_0 (1 - e^{-t/\tau})$$

$$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$$

$$X_C = 1/\omega C, X_L = \omega L$$

$$\omega = 2\pi f$$

### Sähkömagn. aallot

$$c = 1/\sqrt{\mu_0 \epsilon_0}$$

$$E_0 = cB_0$$

$$E_y = E_0 \sin(kx - \omega t)$$

$$B_z = B_0 \sin(kx - \omega t)$$

$$\omega = 2\pi f$$

$$k = 2\pi/\lambda$$

$$\vec{S} = \frac{1}{\mu_0} \vec{E} \times \vec{B}$$

### Suhteellisuusteoria

$$\gamma = 1/\sqrt{1 - v^2/c^2}$$

$$\Delta t = \gamma \Delta t_0, \ell = \ell_0/\gamma$$

$$x' = \frac{x - vt}{\sqrt{1 - v^2/c^2}}$$

$$t' = \frac{t - vx/c^2}{\sqrt{1 - v^2/c^2}}$$

$$E = K + mc^2$$

$$K = (\gamma - 1)mc^2$$

### Fotonit

$$E = hf = hc/\lambda$$

$$eV_0 = hf - \phi$$

$$E_n = -13.60/n^2 \text{ (eV)}$$

$$mv_n r_n = nh/2\pi$$

$$I = \sigma T^4$$

$$\lambda_n T = 2.90 \cdot 10^{-3} \text{ Km}$$

$$\lambda' - \lambda = \frac{h}{mc} (1 - \cos \phi)$$

### Partikkelit

$$\lambda = h/p = h/mv$$

$$d \sin \theta = m\lambda$$

$$\Delta x \Delta p \geq \hbar, \Delta E \Delta t \geq \hbar$$

### Kvanttimekaniikka

$$E_n = \frac{n^2 \hbar^2}{8mL^2}$$

$$\psi_n = \sqrt{\frac{2}{L}} \sin \frac{n\pi x}{L}$$

$$-\frac{\hbar^2}{2m} \frac{d^2 \psi}{dx^2} + U\psi = E\psi$$

$$dP = |\psi|^2 dx$$

### Atomin rakenne

$$L = \sqrt{\ell(\ell+1)}\hbar$$

$$\ell = 0, 1, 2, \dots, n-1$$

$$L_z = m_\ell \hbar$$

$$m_\ell = 0, \pm 1, \pm 2, \dots, \pm \ell$$

$$S = \sqrt{s(s+1)}\hbar, s = \frac{1}{2}$$

$$S_z = m_s \hbar, m_s = \pm \frac{1}{2}$$

$$U = m_\ell \frac{e\hbar}{2m} B$$

$$\Delta \ell = 1, \Delta m_\ell = 0, \pm 1$$